

PAT-NO: JP02003304051A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003304051 A
TITLE: CIRCUIT BOARD AND METHOD OF IMPROVING ITS
SOLDER
WETTABILITY

PUBN-DATE: October 24, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
IWAMOTO, TAKESHI	N/A
TSUJIMURA, YOSHIHIKO	N/A
YOSHINO, NOBUYUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DENKI KAGAKU KOGYO KK	N/A

APPL-NO: JP2002108856

APPL-DATE: April 11, 2002

INT-CL (IPC): H05K003/26, C23C018/32 , C23G001/20 , H01L023/12 ,
H05K003/34

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a circuit board that can remarkably reduce solder voids.

SOLUTION: In a method of improving solder wettability of circuit board, the surface of a plated-Ni film formed on a metallic circuit is cleaned with electrolytic water of ≥ 10 in pH, ≤ -800 mV in equilibrium potential, and ≥ 10.0 mS/m in electrical conductivity. It is preferable to heat-treat the surface of the plated-Ni film at a temperature of $280 \pm 10^\circ\text{C}$ in a vacuum of ≤ 1 Pa before cleaning. The circuit board is cleaned by

this
method.

COPYRIGHT: (C) 2004, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-304051

(P2003-304051A)

(43) 公開日 平成15年10月24日 (2003. 10. 24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 5 K 3/26		H 0 5 K 3/26	A 4 K 0 2 2
C 2 3 C 18/32		C 2 3 C 18/32	4 K 0 5 3
C 2 3 G 1/20		C 2 3 G 1/20	5 E 3 1 9
H 0 1 L 23/12		H 0 5 K 3/34	5 0 1 Z 5 E 3 4 3
// H 0 5 K 3/34	5 0 1	H 0 1 L 23/12	F
		審査請求 有	請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2002-108856 (P2002-108856)

(22) 出願日 平成14年4月11日 (2002. 4. 11)

(71) 出願人 000003296

電気化学工業株式会社

東京都千代田区有楽町1丁目4番1号

(72) 発明者 岩元 豪

福岡県大牟田市新開町1 電気化学工業株式会社大牟田工場内

(72) 発明者 辻村 好彦

福岡県大牟田市新開町1 電気化学工業株式会社大牟田工場内

(72) 発明者 吉野 信行

福岡県大牟田市新開町1 電気化学工業株式会社大牟田工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路基板及び回路基板の半田濡れ性向上方法

(57) 【要約】

【課題】 半田ボイドが激減する回路基板の提供。

【解決手段】 pH10以上、酸化還元電位-800mV以下、電気伝導度10.0mS/m以上の電解水で、金属回路に施されたNiめっき膜面を洗浄することを特徴とする回路基板の半田濡れ性向上方法。洗浄する前のNiめっき膜面が、1Pa以下の真空中、温度280±10℃で熱処理されていることが好ましい。この方法で洗浄された回路基板。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 pH10以上、酸化還元電位 -800 mV 以下、電気伝導度 10.0 mS/m 以上の電解水で、金属回路に施されたNiめっき膜面を洗浄することを特徴とする回路基板の半田濡れ性向上方法。

【請求項2】 洗浄する前のNiめっき膜面が、 1 Pa 以下の真空中、温度 $280\pm 10^\circ\text{C}$ で熱処理されていることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 請求項1又は2の方法によって洗浄された回路基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回路基板及び回路基板の半田濡れ性向上方法に関する。詳しくは、Niめっきの施された金属回路に、シリコンチップ等の半導体素子を半田付けする際に、半田ボイドといわれている欠陥を激減することができる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の搭載されたモジュールが解決すべき今日の課題は、近來のエレクトロニクス技術の発展に伴う高出力化が進む中、回路基板の耐久性を高めるとともに、半導体素子から発生した熱を効率よく速やかに系外に逃がすこと、例えば熱伝導を阻害する半田ボイドを低減することである。

【0003】回路基板の基本構造は、セラミックス基板の表面に金属回路、裏面に金属放熱板が形成され、該金属回路と金属放熱板にNiめっきが施されている。そして、モジュールの組み立ての際に、金属回路に半導体素子が搭載され、金属放熱板面にヒートシンク取付用のベース板が半田付けされる。

【0004】セラミックス基板の材質としては、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ケイ素等、また金属回路、金属放熱板、ベース板の材質としては、銅、アルミニウム、それらの合金等が用いられている。また、セラミックス基板と金属回路、金属放熱板との接合は、Ag、Cu又はAg-Cu合金とTi、Zr、Hf等の活性金属成分を含むろう材を用いる活性金属ろう付け法が主流となっている。

【0005】回路基板にヒートサイクル等の熱負荷が加わると、セラミックス基板と金属の熱膨張差に起因する熱応力が発生し、セラミックス基板と金属回路、金属放熱板（以下、両者を「金属回路等」という。）との接合端面において、セラミックス基板にクラックが発生する。このクラックは、熱負荷のサイクル数の増加と共に進展し、極端な場合には絶縁破壊に至る。このような、クラックの発生を抑制するため、金属回路等の材質として、熱応力がCuよりも小さいAlが用いられるようになっている。

【0006】Al回路と半導体素子や、Al放熱板とベース板の接合には、Pb-Sn系の半田が用いられるた

め、金属（Al）回路等表面にはNiめっきを施す必要がある。金属回路等がCu材質である場合も、酸化防止や半田との反応による信頼性低下を防ぐため、一般的にはNiめっきが施される。半田付けには、フラックスを用いて大気中又は窒素中でリフローする方法と、フラックスを用いないで水素雰囲気下でリフローする方法等が採用されている。

【0007】半田ボイドが発生する要因の1つに、金属回路等表面のNiめっき膜に対する半田の濡れ性がある。濡れ性が不十分であると、半田ボイドの原因となり、逆に強すぎると、半田付け部分以外への半田流れが原因となるので、金属回路等表面のNiめっき膜に対する半田濡れ性には適正值がある。この濡れ性は、目視では判断できないような微小な酸化皮膜、有機物の存在によって悪化するものであるところ、適切に評価する方法はない。

【0008】そこで、従来は経験に頼り、適度な組成を持つ洗浄水で洗浄してから、半導体素子が半田付けされていると考えられる。しかしながら、その洗浄水の組成は明白にされておらず、また半田ボイドも激減されずに、半田ボイド率として数%、多い場合には数十%もあったので、更なる改善の余地があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記に鑑み、半田ボイドが激減する回路基板を提供することである。本発明の目的は、特定組成の電解水を用い、金属回路等に施されたNiめっき膜面を洗浄することによって達成することができる。

【0010】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明は、pH10以上、酸化還元電位 -800 mV 以下、電気伝導度 10.0 mS/m 以上の電解水で、金属回路に施されたNiめっき膜面を洗浄することを特徴とする回路基板の半田濡れ性向上方法である。この場合において、洗浄する前のNiめっき膜面が、 1 Pa 以下の真空中、温度 $280\pm 10^\circ\text{C}$ で熱処理されていることが好ましい。また、本発明は、このような方法で洗浄された回路基板である。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、更に詳しく本発明を説明する。

【0012】本発明が洗浄の対象している回路基板は、セラミックス基板に金属回路等が形成され、Niめっきが施されているものである。このような回路基板には多くの市販品と先行技術文献があり、本発明ではそれを用いることができるが、以下、概説する。

【0013】セラミックス基板の材質は、高信頼性及び高絶縁性の点から、窒化アルミニウム又は窒化ケイ素が好ましい。セラミックス基板の厚みは目的によって自由に換えられる。通常は 0.635 mm であるが、 0.5

～0.3mm程度の薄物でもよい。高電圧下での絶縁耐圧を著しく高めたいときには、1～3mmの厚物が用いられる。

【0014】金属回路等の材質としては、Al、Cu又はAl-Cu合金であることが好ましい。これらは、単体ないしはこれを一層として含むクラッド等の積層体の形態で用いられる。Alは、Cuよりも降伏応力が小さく、塑性変形に富み、ヒートサイクルなどの熱応力負荷時において、セラミックス基板にかかる熱応力を大幅に低減できるので、Cuよりもセラミックス基板に発生するクラックを抑制することが可能となり、高い信頼性回路基板となる。

【0015】金属回路の厚みは、電氣的、熱的特性の面からAl回路の場合は0.4～0.5mm、Cu回路は0.3～0.5mmであることが好ましい。一方、金属放熱板の厚みは、半田付け時の反りを生じさせないように決定される。具体的には、Al回路の場合は0.1～0.4mm、Cu回路は0.15～0.4mmであることが好ましい。

【0016】セラミックス基板に金属回路等を形成させるには、金属板とセラミックス基板とを接合した後、エッチングする方法、金属板から打ち抜かれた回路及び放熱板のパターンをセラミックス基板に接合する方法等によって行うことができる。接合は、活性金属ろう付け法が好適であるが、DBC法等であってもよい。

【0017】Niめっきが施される前の金属回路等の表面は、研削、物理研磨、化学研磨等によって平滑化されていることが好ましく、表面粗さが $Ra \leq 0.2 \mu m$ であることが好ましい。Niめっきは無電解法が好ましく、これによってファインパターンに対応可能となる。

【0018】また、Niめっき膜と半田のSn成分との反応性を高めるため、Niめっき膜を1Pa以下の真空中、温度 $280 \pm 10^\circ C$ で熱処理を行い、Niの結晶性を高めておくことが好ましい。真空度が1Paをこえると、Niめっき膜の酸化が著しくなり、Sn成分との反応性が逆に悪化する。一方、熱処理温度が $270^\circ C$ 未満ではNiの結晶性が十分に高まらず、また $290^\circ C$ 超ではNiめっき膜の硬化が起こり、回路基板に損傷を与える恐れがある。熱処理時間は、10～30分間が好ましい。

【0019】本発明においては、このNiめっき膜面を、pH10以上、酸化還元電位 $-800mV$ 以下、電気伝導度 $10.0mS/m$ 以上の電解水で洗浄することが大きな特徴である。洗浄形態は、シャワーリング、揺動浸漬等が可能であるが、シャワーリングが好ましい。洗浄は、Niめっき後に行ってもよく、半導体素子を半田付けする直前に行ってもよい。前者には、めっき工程後に洗浄槽を設ければよい工程上の利点があり、後者には、新たな酸化膜や有機物等がNiめっき面に形成・付

着することから回避して半田付けできる利点がある。また、洗浄は両方で行ってもよい。

【0020】電解水のpHが10よりも小さいと、半田濡れ性に有効なOH基の生成が不十分となる。酸化還元電位が $-800mV$ よりも高いと、酸化膜の生成を抑制できにくい。電気伝導度が $10.0mS/m$ よりも小さいと、金属イオンを含む微粒子が除去されづらい。電解水の不純物は、可及的に少ない方が好ましく、例えば Cl^- や SO_4^{2-} 等のマイナスイオン、 Cu^{2+} 、 Na^+ 等のプラスイオン等の濃度は、それぞれ $0.1mg/L$ 以下であることが望ましい。

【0021】このような電解水は、電解槽内で食塩や希塩酸を加え、目的特性となるまで電解を行う、超音波を照射する等によって製造することができる。また、これの市販品、例えば日本アクア社、森永乳業社、旭ガラスエンジニアリング社等（ウルトラクリーンテクノロジー Vol.11 No.1 p19 参照）があるので、使用することもできる。

【0022】このようにして洗浄された本発明の回路基板を用いれば、そのNiめっき膜面に半導体素子を半田付けしても、その半田ボイド率が1.0%よりも小さくなり、モジュールの放熱特性は、Niめっき法が無電解法であるにもかかわらず格段に向上する。半田ボイド率の測定は、軟X線探傷装置又は超音波探傷装置を用いて、自動的に測定することができる。測定装置の一例をあげれば、軟X線探傷装置（ソフテックス社製「PRO-TEST 100」）、超音波探傷装置（本多電子社製「HA-701」）である。

【0023】回路基板の金属回路面に半導体素子、金属放熱板面にベース板を半田付けするにはPb-Sn系の半田が用られる。半田付けには、フラックスを用いて大気中又は窒素中でリフローする方法と、フラックスを用いないで水素雰囲気下でリフローする方法があるが、工程の簡略化と環境問題の点から後者が望ましい。

【0024】以上のように、モジュールの放熱特性はその半田ボイド率が少ない方ほど優れ、特に半田ボイド率2%を境にして大きく変化する。そこで、回路基板を量産する場合、以下の簡易試験を行い、試験数10の半田ボイド率の平均値（ $+4\sigma$ ）が2%以下になるように製造管理することが望ましい。

【0025】すなわち、回路基板の金属回路にPb（90%）-Sn（10%）半田片を挟んでシリコンチップを置く。半田片寸法は底面積 $5 \sim 225mm^2 \times$ 厚さ $0.1 \sim 0.5mm$ とし、シリコンチップ寸法は底面積 $5 \sim 225mm^2 \times$ 厚さ $0.4 \sim 1.0mm$ とする。その後、水素雰囲気下、温度 $150^\circ C$ までを $15 \sim 20^\circ C/分$ の速度で、その後は $2.3 \sim 2.5^\circ C/分$ の速度で昇温して温度 $350^\circ C \pm 5^\circ C$ まで高めた後、速やかに室温下で自然冷却して、半田付けを行う。ここで、 $150^\circ C$ までの昇温速度が $15^\circ C/分$ よりも遅いか、又は 35

0℃までの昇温速度が2.3℃/分よりも遅いと、Niめっき膜面が酸化され、また350℃までの昇温速度を2.5℃/分よりも速くすると、半田の溶融が十分でなくなり、いずれの場合も半田濡れ性を正しく評価することができない。一方、150℃までの昇温速度を120℃/分よりも速くするには装置が大がかりとなる。

【0026】

【実施例】以下、実施例をあげて更に具体的に本発明を説明する。

【0027】実施例1～5 比較例1～5

セラミックス基板として、窒化アルミニウム基板の市販品を用意した。大きさは2インチ角×厚み0.635mmで、レーザーフラッシュ法による熱伝導率175W/mK、3点曲げ強度420MPaである。A1板は、回路形成用が2インチ角×厚み0.4mm、放熱板形成用が2インチ角×厚み0.1mmのものをを用いた。

【0028】セラミックス基板の表裏面に、A1板を接合材（Al96.0%、Cu3.5%、Mg0.5%の合金箔で厚みは20μm）を介して重ね、カーボン板をねじ込んで基板に押しつけできる治具を用い、セラミックス基板に対して垂直方向に均等に加圧した。接合は、真空又は窒素雰囲気下、温度550～635℃で加圧をしながら行った。

【0029】接合後、エッチングレジストをスクリーン印刷してFeCl₃液でエッチングした。パターンは、回路、放熱板共に正方形（コーナーRは2mm）で、セラミックス基板中央部に形成（沿面距離1mm）させ *

*た。ついで、エッチングレジストを剥離した後、市販のアルカリ系エッチング剤（主成分：苛性ソーダ）を用いて、A1表面の酸化物除去を行った。

【0030】以上のようにして製造された回路基板のA1回路面に、無電解Ni-Pメッキ（奥野製薬社製「ニムデンSX」）を行って、5μm厚のNiめっき膜を形成させた。一部の回路基板については、1Pa以下の真空中、温度280℃、時間20分の条件でNiめっき膜の熱処理を行った。その後、表1に示される各種の電解水を用い、10分間のシャワー又は浸漬による洗浄を行った。

【0031】これらの回路基板を用いて実際のモジュール製造を想定した以下の半田付けを行い、半田ボイド率を測定した。それらの結果を表1に示す。その

【0032】半田ボイド率の測定

A1回路面にPb（90%）-Sn（10%）半田片（底面積169mm²×厚さ0.1mm）を挟んでシリコンチップ（底面積169mm²×厚さ0.4mm）を置き、水素雰囲気中にて、温度150℃までを15℃/分の速度で、その後は2.5℃/分の速度で昇温して温度350℃まで高めた後、速やかに室温下で自然冷却して半田付けを行い、半田ボイド率を軟X線探傷装置（ソフテックス社製「PRO-TEST 100」）を用いて測定し、試験数10の平均値を求めた。

【0033】

【表1】

	Niめっき膜の熱処理の有無	電解水			洗浄形態	半田ボイド率 (%)
		pH	酸化還元電位 mV	電気伝導度 mS/m		
実施例1	有	11.0	-833	10.5	シャワー	0.74
実施例2	有	11.0	-833	10.5	浸漬	0.77
実施例3	有	10.5	-855	11.0	シャワー	0.81
実施例4	有	10.5	-855	11.0	浸漬	0.86
実施例5	無	11.0	-833	10.5	シャワー	0.98
比較例1	有	洗浄処理行わず				18.24
比較例2	有	9.0	-833	10.5	シャワー	2.98
比較例3	有	11.0	429	10.5	浸漬	2.49
比較例4	有	10.5	-855	8.0	シャワー	2.61
比較例5	無	9.0	429	8.0	浸漬	12.65

【0034】表1の実施例と比較例の対比から、本発明の洗浄方法によれば、半田ボイドが1%以下に激減することがわかる。また、実施例1と実施例5の対比から、洗浄する前のNiめっき膜に熱処理が行われていると、※

※半田ボイドが更に減少することがわかる。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、半田ボイドが激減する回路基板が提供される。

フロントページの続き

Fターム(参考) 4K022 AA02 AA42 BA14 DA01 EA01
EA02
4K053 PA07 PA13 QA04 RA07 RA21
SA04 SA06 TA04 TA06 TA18
YA02 YA03 YA04
5E319 AA03 AB06 AC04 AC17 BB02
BB07 CC33 CD01 GG03
5E343 AA23 BB16 BB24 BB28 BB44
BB67 CC38 CC43 CC62 DD51
EE04 EE06 EE15 EE52 ER13
ER33 GG18